Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. September 1881.** **Nr. 11.**

Inhalt: **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen (Fortsetzung). — **Krause**, Zur Histologie der Retina. — **Munk**, Ueber die Funktionen der Grosshirnrinde. — **Munk**, Ueber die Hörsphäre der Grosshirnrinde. — **Schmidt-Mülheim**, Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper II. — v. **Thanhoffer**, Beiträge zur Histologie des quergestreiften Muskels und der Nervenendigung in demselben. — **Maly**, Ueber die Dotterpigmente. — **Maly**, Jahresbericht über die Fortschritte der Tier-Chemie.

Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

Dr. G. Berthold in Göttingen.

(Fortsetzung.)

In allen Fällen, mit alleiniger Ausnahme der unbeweglichen ruhenden Eier bei den vorhin erwähnten Formen, werden die Geschlechtsprodukte aus der Mutterzelle entleert, indem entweder die ganze Wandung derselben sich auflöst, oder an bestimmt begrenzten Stellen derselben Löcher oder Spalten entstehen, durch welche die Schwärmer austreten, resp. den Spermatozoiden der Zugang zum Ei eröffnet wird. Die ausgetretenen Zellen sind Primordialzellen ohne Cellulosehaut mit 2 (seltener 4) langen gleichen Cilien am Vorderende als Locomotionsorganen. Nur bei *Oedogonium* und *Bulbochaete* besitzen die Spermatozoiden, entsprechend den ungeschlechtlichen Schwärmern derselben Pflanzen, einen Kranz von zahlreichen Cilien. Die Organisation der beweglichen Geschlechtsprodukte entspricht durchaus derjenigen ungeschlechtlicher Algenschwärmer. Eine plasmatische Hautschicht grenzt sie gegen außen ab, das Vorderende ist hyalin, zugespitzt, oft sehr stark, wie bei den Spermatozoiden von *Volvox globator* nach Cohn und in diesem Falle äußerst beweglich. Zwei conctractile Vacuolen finden sich nach Cienkowski im Vorderende der Spermatozoiden von *Cylindrocapsa involuta* (Zur Morphologie der Ulothrideen, Bull. de l'Akad. Imp. de St. Petersbourg 1876).

Ferner wurden dieselben für die Microzoosporen von *Ulothrix* nachgewiesen von Dodel (l. c.) und von Strasburger (l. c.), ihre Verbreitung dürfte wie bei den ungeschlechtlichen Schwärmern wol eine ziemlich große sein. Dass auch ein Zellkern in einigen geschlechtlichen Schwärmern, wo nach demselben gesucht wurde, sich fand, wurde schon oben angeführt, derselbe liegt im farblosen Plasma in der Nähe des Vorderendes. Auch der sogenannte „Augenfleck" von roter Farbe ist bei den beweglichen Zellen gewöhnlich vorhanden. Im hintern abgerundeten Teil der schwärmenden Zellen liegt der grüngefärbte assimilirende Apparat, nur in den Spermatozoiden ist derselbe oft ganz verschwunden, an seiner Stelle findet sich in diesen gelblich gefärbtes Plasma. Die Spermatozoiden von *Vaucheria* sind dagegen vollkommen farblos.

Auch die nicht aus der Mutterzelle austretenden Eier von *Vaucheria, Sphaeroplea, Volvox,* bei den Oedogonieen und Coleochaeteen sind zur Zeit der Reife nackte Primordialzellen, sie contrahiren sich bedeutend, lösen sich von der Zellhaut ab und stoßen wie erwähnt oft Teile des Inhalts aus. Dabei tritt, entsprechend der Differenzirung von zwei Polen bei den beweglichen Zellen, auch bei ihnen eine Umlagerung der Bestandteile ein; am vordern, der Oeffnung der Mutterzelle zugewandten Pole, dem Keimfleck nach Pringsheim, sammelt sich farbloses Plasma, während die Farbstoffkörper von hier nach rückwärts wandern.

Die morphologischen Differenzen der beiderlei Geschlechtszellen fehlen vollständig bei einer größern Anzahl von Formen mit copulirenden Schwärmern. In andern Fällen zeigen sich zuerst geringe Größenunterschiede, dann auch Modificationen in der Färbung und der äußeren Form, aber nur bei den Characeen nimmt das Spermatozoid eine sehr lange schraubig gewundene Form an, entsprechend den Spermatozoiden der höhern Cryptogamen. Mit dem Auftreten der ruhenden Eier finden wir dann schon bei den grünen Algen dieselben morphologischen Differenzen der Geschlechtsprodukte, wie bei den höheren Kryptogamen und so allgemein im Tierreich.

Die Benennung der Geschlechtszellen ist noch keineswegs eine übereinstimmende. Zwar konnten bei vorhandener morphologischer Differenzirung derselben über ihre Natur Zweifel nicht auftauchen; als daher Pringsheim bei *Vaucheria* zuerst die Sexualität entdeckte, legte er sogleich den männlichen Schwärmern den Namen der Spermatozoiden bei. Der Benennung der weiblichen Zelle als Ei stellten sich jedoch Unzuträglichkeiten entgegen, da der Name Ei (*Ovulum*) bei den Phanerogamen schon für die Samenknospe im Gebrauch war. Er nannte die nackte weibliche Zelle deshalb Befruchtungskugel, *Oosphaere.* Seitdem jedoch Strasburger (Befruchtung und Zelltheilung pg. 27 Anm.) zwischen *Ovulum* und *Ovum* streng unterschieden hat und das Keimbläschen der höhern Pflanzen seiner Bedeutung

entsprechend „Ei“ nennt, dürfte kein Hinderniss mehr vorhanden sein, auch die *Oosphaere* der Algen mit demselben Namen zu belegen.

Den kleinen Schwärmern der Chlorosporeen, welche, wie Pringsheim zuerst bei *Pandorina* nachwies, copuliren, war von ihrem Entdecker, A. Braun (*Verjüngung*) der Name Microzoosporen beigelegt worden, im Gegensatz zu den unmittelbar keimenden größern Macrozoosporen. Pringsheim hat in seiner Arbeit sogleich darauf hingewiesen, dass wir in ihnen durchaus den Spermatozoiden und Befruchtungskugeln von *Vaucheria* und den Oedogonien entsprechende Gebilde zu sehen haben, ja die Befruchtungskugel ist nur als eine ruhende Modification des weiblichen Schwärmers anzusehen. (Monatsber. der Berl. Akad. Oct. 1869). Diese Auffassung und überhaupt die Deutung der Copulation als Befruchtung ist zwar wie wir später sehen werden mehrfach angefochten worden, jedoch mit Unrecht. Es läge deshalb nahe, die Namen „Spermatozoiden“ und „schwärmende Eier“ auf sie anzuwenden. Wo vorhandene morphologische Differenzen oder Differenzen im Verhalten keinen Zweifel darüber lassen, welcher Schwärmer als weiblicher oder männlicher aufzufassen ist, werden wir konsequenter Weise auch diese Bezeichnung benutzen müssen. Für die Fälle aber, wo wir keine Anhaltspunkte besitzen das Geschlecht der copulirenden Zellen zu bestimmen, haben Strasburger und de Bary (Bot. Zeitg. 1877 p. 756) den Namen *Gameten* vorgeschlagen. Das aus ihrer Vereinigung entstehende Copulationsprodukt heisst *Zygote*. Der Name *Zygospore* ist zu verwerfen, weil das Wort Spore zu vermeiden ist, denn hiermit wird nach Sachs (Lehrbuch 4. Aufl.) eine Fortpflanzungszelle bezeichnet, welche den ungeschlechtlichen Abschluss einer sexuell erzeugten Generation bildet. Aus diesem Grunde kann deshalb auch die von Rostafiński (Mém. de la soc. de Cherbourg 1875 T. 19) vorgeschlagene Bezeichnung, *Isospore* statt *Zygospore*, nicht adoptirt werden.

Die Darstellung des Befruchtungsakts selbst werden wir am passendsten mit der niedersten Stufe, der Paarung gleichgestalteter Schwärmer beginnen. Der Vorgang wird von Pringsheim bei *Pandorina* in folgender Weise geschildert: „Unter den isolirten Schwärmsporen sieht man fortwährend solche, welche gleichsam sich suchend sich paarweise einander nähern. Diese berühren sich, wenn sie sich treffen, ganz vorn mit ihrer hellen Spitze, verschmelzen hier mit einander und nehmen in ihrer Verbindung sogleich eine bisquitartige Gestalt an. Die vorhandene Kerbung, die noch ihre frühere Trennung verrät, schwindet nach und nach ganz und die gepaarten Schwärmer bilden schließlich nur eine einzige, große, grüne Kugel, an deren Umrissen man ihre Entstehung aus zwei ursprünglich getrennten Schwärmern nicht mehr erkennen kann. Wol aber noch daran, dass die entstandene Kugel größer ist als die einzelnen in der Nähe befindlichen Schwärmer, dass sie ferner eine auffallend vergrößerte farb-

lose Mundstelle hat, an welcher rechts und links zwei rote Körperchen befindlich sind, und dass sie endlich vier noch schwingende Cilien besitzt, die paarweise in der Nähe der roten Körperchen entspringen. Jedoch schon kurze Zeit nach der Annahme der Kugelgestalt werden die vier Cilien starr und verschwinden später ebenso, wie die beiden roten Körperchen vollständig."

Der Paarungsakt dauert mehrere — bis 5 — Minuten. Das Copulationsprodukt wird zur Oospore und bringt nach einem Ruhestadium eine neue *Pandorina* hervor.

Die zahlreichen bald nach der Arbeit von Pringsheim erfolgenden Nachweise von Schwärmercopulationen bei sehr verschiedenen grünen Algenformen haben ein wesentlich neues Moment für den Copulationsvorgang nicht mehr ergeben. Nur legen sich bei den übrigen Chlorosporeen die zusammentreffenden Schwärmer in auffallender Weise gegen einander um und verschmelzen rasch mit der Langseite. So erfolgt der Vorgang bei *Chlamydomonas multifilis* nach Rostafiński (Bot. Zeitg. 1871 p. 786), bei *Chlam. rostrata* nach Gorazankin (Gesellsch. der Freunde der Naturforschung. Bd. 16. 2. 1874). Ferner bei *Urospora penicilliformis*, *Cladophora sericea* und *Enteromorpha compressa* nach Areschoug (Ac. Reg. soc. sc. ser. III, vol. IX, Upsaliae 1874) und *Botrydium granulatum* nach Rostafiński (Bot. Ztg. 1877). Ebenso verhalten sich *Ulothrix zonata* nach Cramer (Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. zu Zürich Bd. 15. 2) und Dodel (Pringsheim, Jahrb. X) *Acetabularia mediterranea* nach Strasburger (Bot. Zeitg. 1877 p. 750) und *Monostroma bullosum* und *Tetraspora lubrica* nach Reinke (Pringsheim, Jahrb. Bd. XI). Aber auch bei *Pandorina* scheint die spätere Vereinigung vorwiegend einseitig zu erfolgen, obwol ein so auffallendes Umkippen nicht statt hat; an der Zygote liegen die helle Mundstelle und die roten Körperchen deutlich seitlich.

Die Verschmelzung der Gameten scheint in den Fällen, wo dieselben gegen einander umkippen, ziemlich rasch und fast gleichzeitig an einem großen Teil der Seitenlinie zu erfolgen, nur die hintere Einkerbung ist noch einige Zeit sichtbar. Wie jedoch aus den Beobachtungen von Strasburger bei *Acetabularia* und denen des Verfassers bei *Dasycladus* (Göttinger Nachrichten 1880) hervorgeht, sind auch die vordern Spitzen der Gameten im Anfang bei diesen beiden Pflanzen noch getrennt und tragen gesondert die Cilien. Nach Strasburger copuliren die Gameten von *Acetabularia* auch in umgekehrter Richtung. Vielfach ist die Vereinigung von mehr als zwei Gameten constatirt worden, so von Dodel bei *Ulothrix*, von Suppanetz (Mitgeteilt von Rostafiński Mem. de Cherbourg 1875 T. 19) bei *Hydrodictyon*, von Strasburger bei *Acetabularia*, bei welcher Pflanze sogar vier und mehr Schwärmer sich zu einer Masse vereinigen können. Wir werden auf diesen Punkt jedoch später noch einmal zurückkommen.

Die Zygote schwärmt nach der Vereinigung noch mehr oder minder lange; bei *Pandorina* kommt sie bald zur Ruhe, sehr lange bewegen sich noch die Zygoten von *Acetabularia* und *Dasycladus*.

Zwei interessante Angaben finde ich über das Verhalten der noch beweglichen Zygoten zum Licht. Die erste von Hennegui (Compt. rend. 1876), der an *Volvox dioicus* constatirte, dass die befruchteten Eier das Licht flohen, während die unbefruchteten demselben zustrebten. Dieselbe Beobachtung machte bald darauf auch Strasburger bei *Ulva β compressa* (Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmsporen p. 41).

Ueber die innern Vorgänge bei der Vereinigung der Gameten dürfte sich schwer mehr feststellen lassen, als dass die Plasmamassen sich innig mit einander mischen und auch die Kerne miteinander verschmelzen. Ein eingehenderes Studium dieser Vorgänge wird durch die geringe Größe der copulirenden Gameten sehr erschwert.

Gegen die Deutung der vorstehenden Copulationsvorgänge als Befruchtungsakte sind von manchen Seiten Einwände erhoben worden. Besonders Cienkowski (Archiv f. mikr. Anat. Bd. 9) hat sich, gestützt auf das Verhalten der Myxomyceten und von Protozoen, entschieden dagegen ausgesprochen und sieht in der Verschmelzung nur einen gesteigerten Ernährungsprocess. Die Vorgänge in diesen Organismengruppen sind aber wol, trotz der wertvollen Untersuchungen, welche schon darüber vorliegen, noch lange nicht genug aufgehellt, als dass ihnen in der vorliegenden Frage schon ein großes Gewicht beigelegt werden könnte.

Besonders aber hat man das Vorhandensein einer wirklichen geschlechtlichen Differenz zwischen den copulirenden Gameten nicht zugeben wollen, während Pringsheim von Anfang an männliche und weibliche Schwärmer ausdrücklich unterschieden hatte. In der Tat zwingen uns die vorliegenden Tatsachen seiner Anschauung beizustimmen. Nach Strasburger copuliren nur die Gameten aus verschiedenen Sporen bei *Acetabularia*, nach Dodel tritt bei *Ulothrix* niemals Copulation ein zwischen den Microzoosporen derselben Zelle, wol aber zwischen den aus verschiedenen Zellen eines Fadens stammenden Schwärmern. Nach Areschoug (Bot. Notiser 1876 Nr. 5) copulirten die Microzoosporen von *Enteromorpha compressa* oft sehr zahlreich, zuweilen nur spärlich oder gar nicht. Rostafiński konnte Copulation bei derselben Pflanze (Mém. de Cherbourg 1874) nicht constatiren. Diese widersprechenden Beobachtungen sind nur erklärlich, wenn wir die Gameten als männlich und weiblich differenzirt betrachten. Es kann dann nicht weiter auffallen, wie auch Strasburger (Bot. Ztg. 1877 p. 755) hervorgehoben hat, dass die Gameten sich teilweise vollkommen indifferent gegen einander verhalten, ebenso wenig wie es auffällt, dass die Spermatozoiden nicht unter sich copuliren. Einen unwiderleglichen Beweis für den geschlechtlichen Gegensatz der Ga-

meten glaubt der Verfasser bei *Dasycladus* geliefert zu haben. Hier sind zweierlei Gruppen morphologisch durchaus identischer Pflanzen zu unterscheiden, welche auch durchaus identische Gameten liefern. Die Gameten jeder Gruppe sind vollkommen indifferent gegen einander, auch wenn sie von verschiedenen Exemplaren stammen. Copulation findet aber sofort und sehr reichlich statt, wenn solche aus den beiden verschiedenen Gruppen vereinigt werden.

Den Grund für die verschiedenen Resultate bei den Gameten einer und derselben Species hat man oft in einer momentanen Indisposition derselben, oder in ungünstigen Culturbedingungen und dergl. finden wollen. In dem vorliegenden Falle ist alles dies ausgeschlossen, denn dieselben Schwärmer, welche für sich indifferent sind, copuliren im nächsten Augenblick, wenn sie untereinander vermischt werden.

Die scheinbar sehr auffallenden Tatsachen, dass bei *Hydrodictyon* die Gameten aus derselben Zelle in Copulation treten, wie Suppanetz beobachtete, und ferner die Angaben von Klebs für *Chlorochytrium* und *Endosphaera*, können keineswegs als Grund gegen ihre geschlechtliche Differenzirung angeführt werden, denn da sogar morphologisch differente Spermatozoiden und Eier an derselben Pflanze und in nahe verwandten Zellen entstehen können, dürfen wir auch die entgegengesetzte geschlechtliche Differenzirung der aus verschiedenen Teilen einer Zelle hervorgehenden Produkte nicht für unmöglich halten, zumal wenn sie in so enormer Menge gebildet werden wie bei *Hydrodictyon*, bei welcher Pflanze nach A. Braun (Verjüngung in der Natur) 30,000—100,000 Microzoosporen in einer Zelle entstehen.

Von den zahlreichen Algenformen ausgehend, welche gleichgestaltete copulirende Schwärmer besitzen, scheinen sich nun in verschiedenen Gruppen unabhängig auch allmählich morphologische Differenzen der Geschlechtsprodukte neben der physiologischen eingestellt zu haben. Ein besonders schönes Beispiel bietet dafür die Gruppe der Volvocineen dar, in welcher *Pandorina*, und mehrere *Chlamydomonas*-arten copulirende Gameten besitzen, bei *Eudorina elegans* sind Spermatozoid und Ei schon gut durch ihre Größe unterschieden, beide aber beweglich, bei *Volvox* ist schließlich das Ei unbeweglich geworden. Eine ähnliche Steigerung der morphologischen Differenzirung der Geschlechtsprodukte zeigen die Siphoneen. *Acetabularia*, *Botrydium*, *Dasycladus* besitzen copulirende Gameten, *Bryopsis* hat, wie nach Pringsheim's (Monatsber. der Berl. Akad. 1871) Untersuchungen kaum noch zweifelhaft erscheinen kann, größere weibliche und kleinere männliche Schwärmer, ebenso *Coelium*; *Vaucheria* schließlich besitzt ruhende Eier und Spermatozoiden. Eine dritte derartige Parallelgruppe werden wir später bei den braunen Algen finden.

Auch nach dem Auftreten der morphologischen Differenz der Sexualzellen, bleibt der Vorgang der Befruchtung derselbe. Die Vereinigung von Sperma und Ei wurde zuerst von Pringsheim aus

seinen Beobachtungen an *Vaucheria sessilis* erschlossen, bald darauf aber von ihm in klassischer Weise für *Oedogonium ciliatum* bewiesen. Das Spermatozoid dringt hier durch die Oeffnung in der Wand des Oogoniums zu der frei liegenden Befruchtungskugel vor. Letztere zeigt vorn eine farblose Stelle, von Pringsheim Keimfleck oder Befruchtungsfleck genannt, für welche Namen jedoch die später von Strasburger vorgeschlagene Bezeichnung Empfängnissfleck adoptirt worden ist. Nur hier vermag die Vereinigung stattzufinden. Nachdem das Spermatozoid mit seiner Spitze die Befruchtungskugel berührt hat, sieht man es zuerst an dem Umfang derselben hin und her tastend. Aber schon im nächsten Moment sieht man es unter Aufgeben seiner Gestalt gleichsam berstend von der Befruchtungskugel aufgenommen werden und seine Masse sich ohne Rückstand mit der der letztern mischen. Auch bei *Vaucheria* konnte Pringsheim unmittelbar nach dem Zutritt der Spermatozoiden zum Ei das Auftreten eines größern hellen Körperchens innerhalb der Hautschicht des Eies nachweisen, über dessen Abstammung von einem eingedrungenen Spermatozoid kaum ein Zweifel obwalten kann.

Die befruchteten Eier umgeben sich bald mit einer festen Zellhaut und gehen bei allen Süßwasserformen in Dauerstadien über, welche erst in der nächsten Vegetationsperiode zur weitern Entwicklung gelangen.

Die unbefruchteten Eier (auch die nicht copulirten Gameten) sterben fast ausnahmslos nach einiger Zeit ab, nur in wenigen Fällen wurde parthenogenetische Weiterentwicklung constatirt, so von Pringsheim bei *Oedogonium*, von A. Braun bei *Chara crinita*, bei welcher Pflanze die parthenogenetische die allein bekannte Entwicklungsweise bildet (Abhandl. der Berl. Akad. 1856).

Ein interessanter Fall von Parthenogenesis wurde von Rostafiński bei *Botrydium* aufgefunden (Bot. Zeitg. 1877). Die Sporen dieser Pflanze, welche nach kurzer Ruheperiode nur geschlechtlich differenzirte für sich keimungsunfähige Gameten lieferten, erzeugten nach zweijähriger Ruhe nur ungeschlechtliche, unmittelbar keimende Schwärmer. In anderer Weise sind nach Dodel bei *Ulothrix* die Microzoosporen, wenn sie nicht copuliren, teilweise keimungsfähig, erzeugen aber nicht wie die Zygoten Dauerstadien, sondern unmittelbar vegetative Pflanzen. Vielleicht fällt jedoch dieser Fall unter einen andern, später zu erörternden Gesichtspunkt.

Den Chlorosporeen schließen sich am unmittelbarsten mit ihren Befruchtungsvorgängen die braunen Algen an, die Phaeosporeen, Cutleriaceen und Fucaceen. Wie wir schon im Anfang unserer Betrachtung sahen, machten zuerst Thuret und Decaisne (Ann. d. sc. nat., Botan. 1845) auf das Vorhandensein spermatozoidenartiger Schwärmer bei den Fucaceen aufmerksam, während die großen Sporen derselben schon längere Zeit bekannt waren. Dieselben Forscher

zeigten dann experimentell (Extrait des mém. de la soc. des sc. nat. de Cherbourg 1853), dass bei Trennung der letztern von den erstern die Keimung unterbleibe, bei der Vereinigung aber reichlich stattfinde. Für die Cutleriaceen wies ebenfalls Thuret (Ann. des sc. nat. Sér. III, T. 14 und 16) das Vorhandensein zweier verschieden gestalteter Schwärmerformen nach, während er bei den eigentlichen Phaeosporeen zwar zwei verschiedene Sporangienformen — die uniloculaeren und pluriloculaeren — auffand, aber in beiden die Bildung gleichgestalteter und unmittelbar keimender Schwärmer nachwies. Der direkte Nachweis für die Befruchtungsvorgänge bei den braunen Algen ist erst in der jüngsten Zeit geliefert worden.

So weit die noch unvollständigen Untersuchungen allgemeinere Schlüsse erlauben, entstehen bei den Phaeosporeen die Geschlechtsprodukte in den pluriloculaeren Sporangien durch fortgesetzte Zerklüftung des Inhalts derselben, die letzten Teilzellen liefern unmittelbar die Schwärmer. Bei den Cutleriaceen werden die Geschlechtsprodukte in ähnlicher Weise in pluriloculaeren Antheridien und Oogonien gebildet. Dagegen erfolgt bei den Fucaceen die Bildung der Spermatozoiden und Eier simultan in den Behältern. Die Eier entstehen nach den Gattungen einzeln, zu zwei, vier oder acht in den Oogonien und werden ausnahmslos vor der Befruchtung entleert. Mit Ausnahme der Fucaceeneier sind die Geschlechtsprodukte der braunen Algen ebenfalls bewegliche Schwärmer, sie sind aber durch zwei ungleichwertige Cilien charakterisirt, die seitlich am Körper des Schwärmers inserirt sind; eine lange nach vorn gerichtete, welche hauptsächlich als Bewegungsorgan dient, eine zweite kürzere, welche nachgeschleppt wird und gleichsam das Steuer bildet. Im Uebrigen besitzen sie entsprechend den Schwärmern der Chlorosporeen eine hyaline vordere Partie mit einem stark lichtbrechenden braunen Körper an einer Seite.

Angaben über einen geschlechtlichen Vorgang bei Phaeosporeen wurden zuerst von Areschoug gemacht (Observationes physiologicae III). Derselbe beschrieb eigentümliche Bildungen bei jungen Keimpflanzen von *Dictyosiphon hippuroides*, welche in drei Tagen am Boden eines Culturgefäßes sich aus ausgetretenen Schwärmern gebildet hatten. Hiernach sollen die einzelligen mit Haut umgebenen Keimpflanzen Fortsätze gegen einander treiben, die Scheidewand an der Berührungsstelle soll aufgelöst werden und der Inhalt der einen Zelle in die andere übertreten, worauf dann letztere zu einem längern Faden auswächst. Ein solcher Vorgang würde nun bei den Phaeosporeen durchaus isolirt dastehen und, da die Beobachtungsmethode Areschoug's als wenig zuverlässig erscheinen muss (keine seiner Angaben stützt sich auf direkte Beobachtung), auch die gegebenen Abbildungen andere Deutung zulassen, so dürfen wol erst weitere Bestätigungen abgewartet werden, bevor die Richtigkeit derselben als sichergestellt erscheinen kann.

Vor einigen Jahren hat dann Goebel (Bot. Zeitung 1878) weitere Angaben über den Copulationsprocess bei zwei Phaeosporeenformen gemacht. Derselbe gibt an, dass bei *Ectocarpus pusillus* und *Giraudia sphacelarioides* Copulation der Schwärmer stattfinde in derselben Weise wie bei den Chlorosporeen, jedoch nur wenn dieselben zu gleicher Zeit aus verschiedenen benachbarten pluriloculaeren Sporangien austreten. Auch diese Angaben können vorläufig noch nicht als hinreichend sichergestellt gelten. Der Verfasser, der Gelegenheit hatte beide von Goebel untersuchten Pflanzen an demselben Orte und zu derselben Zeit eingehend zu studiren (Mitt. der zool. Station zu Neapel II. 3), konnte einen derartigen Copulationsprocess, dessen Beobachtung nach Goebel sehr leicht sein soll, nicht constatiren, er fand dagegen bei der einen Pflanze, *Ectocarpus pusillus*, in großer Menge Schwärmer von unregelmäßiger Gestalt in den Kulturen, welche durchaus den von Goebel für dieselbe Pflanze abgebildeten Zygoten glichen, welche aber sicher keine Copulationsprodukte waren. Zudem konnte Goebel weder das Verhalten der Cilien bei seinen Zygoten noch auch den Verbleib der leicht sichtbaren roten Punkte der Schwärmer nachweisen.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Histologie der Retina.

1) Denissenko, Mitteilung über die Gefäße der Netzhaut der Fische. Arch. f. mikrosk. Anat. 1880. Bd. XVIII. S. 480–486. Taf. XXII. Fig. A. — 2) Derselbe, Ueber den Bau der äußern Körnerschicht der Netzhaut bei den Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 395—442. Taf. XXI. — 3) W. Krause, Ueber die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 309—315. Taf. XVII.— 4) Boll, Thesen und Hypothesen zur Licht- und Farbenempfindung. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1881. S. 1—39. — 5) Denissenko, Ueber den Bau und die Funktion des Kammes (Pecten) im Auge der Vögel. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 733. Taf. XXXIV.

Seit der Entdeckung des Sehpurpurs hatte die eigentliche Histologie der Retina etwas ausgeruht — ohne Zweifel, weil jeder Untersucher sich vorzugsweise dieser neuen und imponirenden Erscheinung zuwandte. Manche morphologische Notizen sind freilich in den Arbeiten namentlich von Kühne und seinen Schülern über die Photochemie der Netzhaut enthalten, die später ihre Früchte tragen oder nutzbringende Verwendung finden werden.

Denissenko (*1*) bestätigte beim Aal die vom Ref. in der Retina dieses Fisches früher (Die *Membrana fenestrata* der Retina 1868 S. 28) beschriebenen Blutgefäße. Bekanntlich haben mit Ausnahme der Säuger (und des Aals) alle übrigen Wirbeltiere anangische Netz-

häute. Nur bei einigen Cheloniern sah W. Müller (Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe für C. Ludwig. 1875. H. II. S. LIII) ebenfalls Blutgefäße.

Denissenko bestätigte die letztern nicht nur in der nervösen Schicht der Retina beim Aal, sondern glaubte solche auch in der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht dieses Fisches, ferner beim jungen Karpfen, nicht aber beim alten Aal aufgefunden zu haben. Die erstere Angabe wurde, bald nachdem sie gemacht war, von Kühne und Sewall (Unters. aus d. physiol. Instit. zu Heidelberg 1880. Bd. III. S. 253) bestätigt.

Dagegen erklärte Denissenko in Betreff der mitgeteilten Altersverschiedenheiten u. s. w., dass eine ziemlich leicht erklärliche Verwechslung zwischen Aalaugen und Karpfenaugen vorgelegen habe. Allerdings ist der Bau der Retina ein offenbar für die Gesammtorganisation der Tiere so wichtiges und mit demselben so innig verknüpftes Moment, dass man aus der Untersuchung eines mikroskopischen Präparats der Retina, wie Ref. schon früher hervorgehoben hat, nicht nur die Gattung, sondern in einzelnen Fällen (z. B. bei den Eulen) sogar die Art bestimmen konnte. Ausnahmen von dieser Regel sind nur scheinbar: so kommen bei Beuteltieren (*Halmaturus*) gefärbte Oeltropfen in den Zapfen-Innengliedern vor, wie sie sonst nur die Vögel und Reptilien besitzen. Aber die Beuteltiere stehen mit den letztern resp. mit den Sauriern, wie man annimmt, in irgend welchem phylogenetischem Zusammenhange. Wenn man nun auch ein unbekanntes Auge durch mikroskopische Untersuchung der Retina gleichsam zoologisch bestimmen könnte, so ist es doch eine andere Sache, falls ein zufälliger Irrtum eintritt und man zugleich den Bau der betreffenden Retinae noch nicht genau kennt. Jedenfalls ist nicht zu bezweifeln, dass Denissenko's vermeintliche alten Aalaugen solche von jungen Karpfen und natürlich anangisch, sowie andrerseits die vermeintlichen jungen Karpfenaugen in Wahrheit Augen von alten Aalen und ebenso selbstverständlich blutgefäßhaltig waren.

Ist es hienach nicht gelungen, auch die Netzhaut des Karpfens aus der Reihe der anangischen zu streichen, so wies andrerseits Ref. (*3*) bei wenigstens meterlangen, also keinenfalls jugendlichen Aalen Blutgefäße nach. Dieselben treten aber nicht in die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht (sog. äußere Körnerschicht) ein. Der Anschein eines solchen Verhaltens resultirt nur daraus, dass die äußere, chorioidealwärts gerichtete Hälfte der (innern) Körnerschicht beim Aal abweichend von anderen Fischen aus relativ kleinen, kugligen, stark chromatophilen, d. h. Hämatoxylin und Karmin begierig aufnehmenden Elementen (innern Körnern) besteht. Die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht wird aber durch eine einzige Reihe resp. Kugelschale von Körnern gebildet, die sich weit schwächer färben. Bekanntlich richtet sich die relative Dicke dieser Schicht bei den ver-

schiedenen Wirbeltieren im Allgemeinen (vergl. unten) nach dem Querdurchmesser der Stäbchen und Zapfen. Wo der letztere Durchmesser gering ist, drängen sich die zugehörigen (äußern) Körner in vielen Lagen über einander; wo der Querdurchmesser bedeutend sich herausstellt, sind nur einige wenige solcher Lagen vorhanden, z. B. bei Anuren. Da der Aal beträchtlich dicke Zapfen und Stäbchen besitzt, so erklärt es sich, dass, wie gesagt seine Stäbchen- und Zapfenkörner nur eine einzige Lage bilden, deren Dicke geringer ist, als die Länge eines roten Blutkörperchens beim Aal. Selbstverständlich treten in diese so dünne Schicht keine Blutgefäße. Uebrigens dürften die wirklichen Stäbchenkörner, die wegen ihrer schlanken Beschaffenheit als geringe Anschwellungen der Stäbchen-Innenglieder erscheinen, bereits von Max Schultze (1866) abgebildet worden sein.

Letzterer Forscher hatte wie bei andern nächtlichen Tieren die damals schon bekannten Zapfen des Aals geleugnet, während Ref. (l. c. 1868) davon eine Abbildung gegeben hatte. Seitdem hatte die Controverse, wie schon früher bemerkt, so ziemlich geruht und es ist deshalb interessant, dass sowol Denissenko als Kühne und Sewall die Zapfen in der Aal-Retina neuerdings bestätigen.

Was die Zapfen der nächtlichen Tiere anlangt, so sind sie bei sämmtlichen leichter zugänglichen jetzt nachgewiesen. Zuerst hatte Ref. (1868) sie bei den Eulen gezählt nnd ihre Anzahl auf einen Quadratmillimeter Netzhaut eben so groß wie beim Falken (*Falco buteo*) gefunden. In der Tat liegt der Unterschied im Bau der Retina bei den nächtlichen Tieren weder in stärkerer Ausbildung des Sehpurpurs, woran man a priori denken könnte, noch im vermuteten Fehlen der Zapfen. Was den erstern anlangt, so haben zwar die Ratte, wie schon Max Schultze (1866) mitteilte, und der Aal, wie Kühne nachwies, intensiv violettrote Netzhäute. Dagegen fehlt der Sehpurpur oder das Photaesthesin, unter welchem Namen Ref. (Specielle oder descriptive Anatomie 1879 S. 363) Sehrot, Sehpurpur und Sehgrün zusammengefasst hat, den Fledermäusen anscheinend gänzlich. Wenigstens konnte weder Kühne (1877) bei *Rhinolophus hipposideros* noch Ref. (1879) bei *Vespertilio Dautentonii* eine Spur davon entdecken. Was die Zapfen anlangt, so ist es bei allen nächtlichen Tieren sehr leicht, Zapfenfasern nachzuweisen (Ref.), welche in regelmäßigen Abständen die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht durchsetzen. Aber auch die Zapfen selbst sind demonstrirt. Von der Fledermaus, der Maus und dem Meerschweinchen wurden sie vom Ref. abgebildet, obgleich sie Frey (1876) noch neuerdings ausdrücklich bestritten hatte. Nicht minder ist die Retina des Iltis, *Mustela putorius*, mit Zapfen ausgestattet (Ref. 1876). Vom Kaninchen hat Orth (1881) gelegentlich eine Abbildung gegeben, während Max Schultze bei diesem Tier nur Andeutungen von Zapfen gefunden zu haben angab. Selbst der Maulwurf besitzt nicht nur, was man durch

Leydig weiß, sehr zahlreiche und feine Stäbchen, deren geringer Dickendurchmesser ohne Zweifel der Myopie und dem ausgebildeten Raumsinn des innerhalb enger Erdgänge existirenden Tiers entsprechen dürfte, sondern auch Zapfen, wie Dr. Costa aus Chili, der während des Sommers 1881 im Laboratorium des Ref. arbeitete, kürzlich gefunden hat.

Die einzige durchschlagende Differenz zwischen den Netzhäuten der nächtlichen und der Tagetiere besteht, wie Ref. früher (1858) angegeben hat, in der relativen Länge der Außenglieder bei den Nachttieren. Daraus erklärt sich zugleich in einfachster Weise, dass man in der Flächenansicht der frischen Retina — welche Untersuchungsmethode M. Schutze damals noch anwendete — die Zapfen vermisst oder nur Spuren von solchen wahrnimmt.

Es ist vielleicht zur Charakterisirung der sog. nächtlichen Tiere von Nutzen, die Unterscheidungen hier zu erwähnen, welche Ref. (Arch. f. mikr. Anat. 1876 Bd. XII S. 776) früher vorgeschlagen hat.

Nykteropisch sind die Augen der nächtlichen Tiere z. B. der Eulen.

Hesperopische Augen gestatten den Tieren bei Abend auf Raub auszugehen, wie den Fledermäusen.

Perotisch können die verkümmerten rückgebildeten Augen von blöden Höhlenbewohnern genannt werden wie der *Proteus anguineus*. Letzterer besitzt gleichwol (rudimentäre) Zapfen und Stäbchen.

Hemeropisch würden die am häufigsten vorkommenden Augen der Tagtiere heissen. Beispiel: der Mensch.

Heliopisch endlich sind solche Tiere, deren Augen direktes Sonnenlicht ohne zu blinzeln ertragen wie z. B. das Kaninchen.

Hauptsächlich auf das vermutete Fehlen der Zapfen bei den nächtlichen Tieren war die Hypothese gegründet worden, dass die Zapfen der Farbenempfindung, die Stäbchen der einfachen Lichtempfindung dienen.

Betrachtet man die mannigfach gefärbten bunten Oeltropfen in den Retinazapfen z. B. der Vögel, so kann man in der Tat schwer sich von der Vorstellung loslösen, dass diese Elemente mit der Farbenempfindung, die farblosen Stäbchen nichts mit der letztern zu tun haben. Dazu kommt, was schon Michaelis (1837) wusste, dass die meisten Eulen nur blassgelbe Oeltropfen in ihren Zapfen besitzen, obgleich letztere, wie oben gesagt, nicht minder zahlreich sind, als beim Falken.

Nach der Entdeckung des Photaesthesin oder eigentlich der Empfindlichkeit des Sehrots gegen Licht kam Boll (*4*) zu einer andern Anschauung. Die roten und grünen Stäbchen des Frosches könnte man neben den wie bei den Eulen mit blassgelben Oeltropfen versehenen Zapfen des erstern Tiers nicht wol von den Farbenempfindungen ausschließen. Unter Zugrundelegung der Dreifarben-

theorie von Young und Helmholtz gelangte Boll jedoch zu dem auffallenden Schluss, dass die Stäbchen grün, die Zapfen rot und die Pigmentzellen der Retina violett empfinden sollten. Helmholtz (4 S. 3), wie gleich hier bemerkt werden mag, würde lieber umgkehrt den Zapfen die blaue, den Pigmentzellen die rote Empfindung zuschreiben.

Zunächst liegt der Schwerpunkt auf der Frage, ob man mit Helmholtz drei, oder mit Hering vier Grundempfindungen annehmen soll. In der Vogelretina fand Ref. (1868) vier Sorten von Oeltropfen, nämlich rote (carmoisin), gelbe (orange und canariengelb), grüne (grünlichgelb) und blaue (blassblau, anscheinend farblos). Die bläulichen, lange Zeit bezweifelten Oeltropfen sind von Dobrowolsky (1871) und von Hoffmann (1877), der seiner Zeit in Engelmann's Laboratorium arbeitete, bestätigt worden.

Bekanntlich sollten die Grundfarben ursprünglich durch Beobachtungen an Farbenblinden ermittelt werden. Nun haben neuerdings v. Hippel (Arch. f. Ophthalmol. 1880 Bd. 26, 2. S. 176) u. A. Fälle beobachtet, in denen die Betreffenden nur auf einem Auge farbenblind und zwar rot-grünblind waren. Sie unterschieden mit dem farbenblinden Auge nichts als Blau und Gelb. Dies spricht doch sehr entscheidend für die von vielerfahrenen Ophthalmologen wie D. Stilling immer vertretene Anschauung, dass Rot-Grün, Blau-Gelb die Grundfarben sind. Auch Preyer (1880) erklärte kürzlich die Dreifarbentheorie für unhaltbar.

Wie dem sei, so legte Boll ganz einfach die besonders aus W. Müller's Abbildungen hervorleuchtende Tatsache zu Grunde, dass die Zapfen kürzer sind, als die Stäbchen. Danach kann man drei lichtempfindliche Schirme unterscheiden, die von der Cornea an gerechnet so aufeinander folgen: hintere Enden der Zapfen, hintere Enden der Stäbchen, Pigmentzellen der Chorioidea. Sie sollen die Empfindungen: rot, grün und violett vermitteln (s. oben).

An den Pigmentzellen sind freilich keine Nerven nachgewiesen. Auch würden ihre Dimensionen schlecht zu der Empfindlichkeit der *Fovea centralis* des Menschen passen, während bekanntlich der Querdurchmesser der dort befindlichen Zapfen (0,003) mit der physiologisch ermittelten Leistungsfähigkeit der Fovea gut übereinstimmt. [Ref. benutzt die Gelegenheit, einen störenden Druckfehler zu berichtigen: der Durchmesser der *Fovea centralis* beträgt nach des Ref. Abbildung (Allg. Anatomie 1876 Fig. 93) nicht 0,1 (dieses Centralblatt Nr. 8 S. 240), sondern 0,2 mm.] — Jedenfalls repräsentirt aber die Pigmentschicht der Retina das Epithel in der hintern Hälfte der primären Augenblase, und wenn man dasjenige der vordern Hälfte oder die Stäbchen und Zapfen für lichtempfindend hält, so würde der gleiche Schluss für das Pigmentepithel wohl gestattet werden müssen — falls dasselbe Nerven hätte!

Hiervon abgesehen, so steht der Hypothese, wonach durch die

Stäbchen das grüne Licht empfunden werden soll, schon die *Macula lutea* des Menschen entgegen. Denn hier sind keine Stäbchen und ebensowenig verschieden lange Zapfen, an die Boll gedacht zu haben scheint, vorhanden und es wird doch daselbst Grün empfunden. Es schien dem Ref. deshalb wahrscheinlicher, dass die verschieden gefärbten Oeltropfen der Vogel- und Reptilienretina den Effekt haben, Lichtwellen von ganz bestimmter Länge (carmoisinroth, orange, grünlichgelb, blau) auf die Nervenenden fallen zu lassen.

Die Frage nach der Nervenendigung des *N. opticus* wird zwar seit H. Müller und Kölliker allgemein als zweifellos erledigt angesehen. Beinahe Niemand zweifelt, dass die Stäbchen und Zapfen diese Endigung darstellen. Da dieselben entwicklungsgeschichtlich nicht etwa den Epithelialzellen des Centralkanals des Rückenmarks, sondern nur den Cilien derselben zu homologisiren sind — mit letzteren haben sie beiläufig bemerkt beim neugebornen Kaninchen die größte Aehnlichkeit (Ref. 1868) — so läuft die Frage auf diejenige des Zusammenhangs der Stäbchen- oder Zapfenfasern mit den Ganglienzellenausläufern in der Retina hinaus.

Unendlich oft ist ein solcher Zusammenhang behauptet und fast eben so oft gezeigt worden, dass es sich um (bindegewebige) Radialfasern, anstatt um (direkte oder) indirekte Ganglienzellenausläufer gehandelt hatte. Einige waren auch geneigt, an der von keinem Geringern als Brücke gelieferten, physikalischen Deduktion festzuhalten, wonach die Außenglieder der Stäbchen und Zapfen die in ihr Inneres eingetretenen Lichtwellen total reflektiren.

Sie könnten letztere auf die wirklichen Opticusenden reflektiren. Man könnte auch fragen, ob sich hierüber nicht etwas auf physiologischem Wege wahrscheinlich machen ließe.

Nach Boll wird das Sehrot (im Gegensatz zum Sehgrün) durch grüne Strahlen am schnellsten zerstört. Sind die Stäbchen nun Opticusenden, so würden die roten Stäbchen durch grüne Strahlen am stärksten erregt werden. Umgekehrt: wenn die Stäbchen das auf sie fallende Licht nur reflektiren, so können die roten Stäbchen wesentlich nur rotes Licht zurücksenden, sie würden in diesem Falle der Rotempfindung dienen.

Grüne Stäbchen sind bisher außer bei *Rana temporaria* und *R. esculenta* von der Kröte (Kühne), blaugrüne aber auch vom Falken (Ref. Specielle oder descriptive Anatomie 1879 S. 363) bekannt. Aus den Lebensgewohnheiten des Frosches, zusammengehalten mit der sehr überwiegenden Anzahl seiner roten oder violettroten Stäbchen, lässt sich über obige Frage leider nichts entnehmen. Offenbar empfindet freilich der Frosch für gewöhnlich vorwiegend grünes Licht (im Gras u. s. w.), er könnte aber seiner Nahrung wegen um so mehr darauf angewiesen sein, auf andersfarbige Strahlen zu achten.

(Schluss folgt.)

H. Munk, Ueber die Funktionen der Grosshirnrinde.

Die gesammelten Abhandlungen Munk's, welche unter obigem Titel erschienen, sind schon in Nr. 1 dieses Blatts angezeigt worden. Um jedoch den Leser besser in den Stand zu setzen, das folgende Referat über die Fortsetzung der Munk'schen Untersuchungen zu verstehen, teilen wir hier nochmals eine kurze Inhaltsangabe der ältern Untersuchungen unter Beifügung der Originalfiguren mit.

Die Großhirnrinde zerfällt, gleichmäßig an beiden Hemisphären, in eine Anzahl verschiedener Gebiete, deren jedes einem bestimmten Sinn zugehört, derart, dass in ihm die specifischen Empfindungen und Wahrnehmungen dieses Sinnes zustandekommen. In der Rinde des Hinterhauptslappens hat die Lichtempfindung, die Gesichtswahrnehmung statt; ist diese Rindenpartie, die Sehsphäre, beiderseits entfernt oder zerstört, so ist das Tier vollkommen blind. In der Rinde des Schläfenlappens kommt es zur Schallempfindung, zur Gehörswahrnehmung; beiderseitige Zerstörung dieser Hörsphäre bringt Taubheit des Tiers

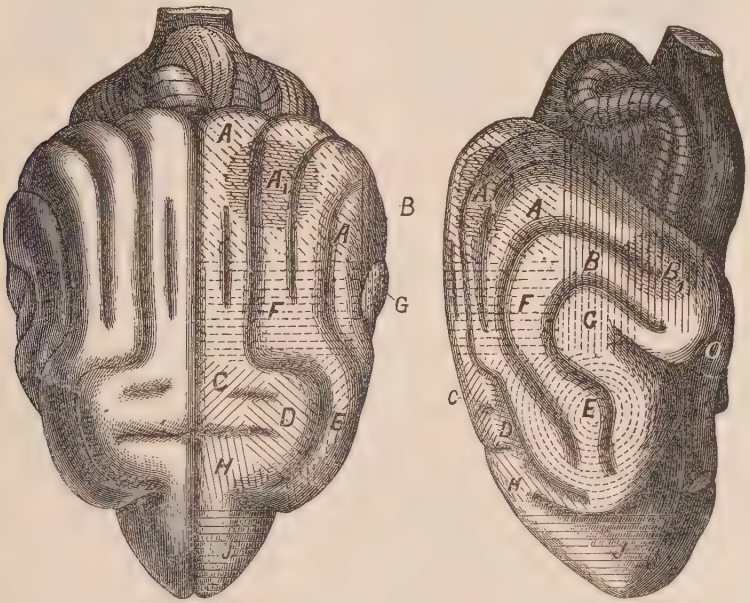

Fig. 1. Großhirnrinde des Hundes.
A Sehsphäre. *B* Hörsphäre. *O* Riechsphäre. *C*—*J* Fühlsphäre.
D Vorderbeinregion der Fühlsphäre. *C* Hinterbeinregion. *E* Kopfregion *F* Augenregion. *G* Ohrregion. *H* Nackenregion. *J* Rumpfregion.
A_1 Partie der Sehsphäre, deren Abtragung Seelenblindheit, B_1 Partie der Hörsphäre, deren Abtragung Seelentaubheit setzt.

mit sich. Unterhalb der Hörsphäre an der Basis des Hirns in der Rinde des *Gyrus hippocampi* ist das Centralorgan des Geruchssinnes

gelegen, die Riechsphäre, mit deren beiderseitiger Vernichtung alle Geruchswahrnehmung erloschen ist. Von größter Ausdehnung ist diejenige Rindenpartie, welche zu dem Gefühlssinne des Körpers in Beziehung steht, in welcher die Hautgefühle, die Muskelgefühle und die Innervationsgefühle zustandekommen: diese Fühlsphäre erstreckt sich über den Scheitellappen und den Stirnlappen. Nur die Schmecksphäre ist noch nicht aufgefunden; sie ist in einem kleinen Rindenabschnitt an der Basis des Hirns vor der *Fossa Sylvii* zu vermuten.

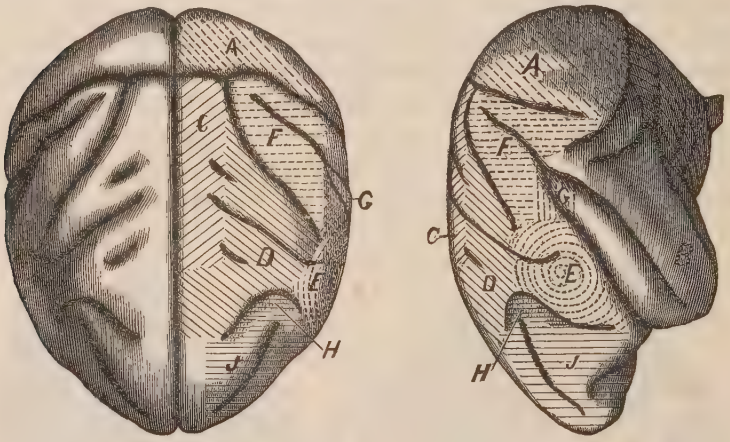

Fig. 2. Großhirnrinde des Affen.
Die Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Die gleichnamigen Sinnessphären der beiden Großhirnhemisphären sind dabei insofern nicht gleichwertig, als sie in verschiedener Weise mit den peripheren Sinnesorganen verbunden sind; und zwar gehören meist Sinnessphäre und Sinnesorgan verschiedener Seiten zusammen, so dass von den Eindrücken, welche durch die Außenwelt oder sonst wie an der rechten Körperhälfte gesetzt sind, die Wahrnehmung in der linken Hirnhälfte erfolgt und umgekehrt. Aber auch innerhalb einer und derselben Sinnessphäre sind die verschiedenen kleineren Abschnitte der Sphäre wiederum von verschiedenem Werte; wenigstens für die räumlichen Sinne, deren Wahrnehmungen mit den sogenannten Lokalzeichen ausgestattet sind, ist dies bereits ausgemacht. Jede Fühlsphäre setzt sich aus einer Anzahl von Regionen zusammen, deren jede zu einem bestimmten Teile der gegenüberliegenden Körperhälfte in Beziehung steht, so dass ausschließlich in ihr die Gefühle dieses Körperteils entstehen und durch ihre Entfernung oder Zerstörung dieselben Gefühle, aber eben auch nur die Gefühle dieses einen Körperteils verloren gehen. So sind eine Augenregion, eine Ohrregion

eine Kopf- (Gesichts- und Zungen-)region, eine Armregion, eine Beinregion, eine Nackenregion, eine Rumpfregion an jeder Fühlsphäre zu unterscheiden. Von der Sehsphäre ist das größere mediale Stück dem größern medialen Teil der gegenseitigen Netzhaut, das kleinere laterale Stück dem kleinern lateralen Teil der gleichseitigen Netzhaut zugeordnet; und zwar sind die letztern lateralen Partieen von Sehsphäre und Netzhaut desto kleiner, je kleiner das gemeinschaftliche Gesichtsfeld beider Augen bei dem Tiere ist, beim Hunde also kleiner als beim Affen, und wiederum bei den verschiedenen Hunderassen dort kleiner, wo die Divergenz der Augen größer ist. Ueberall aber ist dann jeder kleinste Sehsphärenabschnitt mit einem bestimmten lichtempfindlichen Netzhautelemente verknüpft, und alle jene kleinsten Sehsphärenabschnitte sind regelmäßig und continuirlich angeordnet wie diese Netzhautelemente, so dass die Schicht der wahrnehmenden Elemente der Sehsphäre eine Projektion der lichtempfindlichen musivischen Netzhautschicht vorstellt. Mit der Entfernung oder Zerstörung einer kleinen Partie der Sehsphäre ist demgemäß jedesmal gewissermaßen ein zweiter blinder Fleck an einer bestimmten Stelle der Netzhaut gesetzt, ein Fleck, diesmal natürlich blind nicht durch den Mangel der lichtempfindlichen Netzhautelemente, sondern durch den Verlust der zugehörigen wahrnehmenden Hirnelemente.

Innerhalb jeder Sinnessphäre kommen ferner, selbstverständlich mittels anderer Formgebilde, die Sinnesvorstellungen zustande und haben die Erinnerungsbilder der frühern Sinneswahrnehmungen ihren Sitz. Ein Tier, dem ungefähr die mittlern Partieen beider Sehsphären abgetragen sind, ist seelenblind, d. h. es sieht alles, erkennt aber nichts, das es sieht; und wenn ungefähr die mittlern Partieen beider Hörsphären fortgenommen sind, so ist das Tier seelentaub, d. h. es hört alles, versteht aber nichts, das es hört. Erst mit der Zeit lernt das Tier wieder, gerade wie in seiner Jugend, im einen Falle das Gesehene kennen, im andern Falle das Gehörte verstehen, ganz allmählich und nur in dem Umfange, wie es jetzt Gesichts-, bez. Gehörswahrnehmungen macht und damit neue Erinnerungsbilder gewinnt. Es ist also am normalen Tier bloß ein Teil der Sinnessphäre mit Erinnerungsbildern besetzt, und dadurch ist dem Tier die Möglichkeit gewahrt, seinen Schatz an Erinnerungsbildern immer noch zu vermehren. Dass aber die Erinnerungsbilder gerade etwa im mittlern Teil der Sinnessphäre angehäuft, gleichsam gesammelt sich finden, das hat wenigstens für die Sehsphäre sich bereits verstehen lassen. Nicht von allen Sinneswahrnehmungen bleiben Erinnerungsbilder erhalten, sondern bloß von denjenigen Sinneswahrnehmungen, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet war. Gesichtswahrnehmungen dieser Art kommen aber immer unter Fixation des Objekts zustande, also mittels der Netzhautstellen des direkten oder deutlichen Sehens, welchen in den Sehsphären die mittlere Gruppe der wahrnehmenden

Elemente correspondirt. Nichts ist daher natürlicher, als dass auch die Formgebilde inmitten der Sehsphäre, welche mit den letztern Elementen am engsten verbunden sind, zuerst, so zu sagen, mit Erinnerungsbildern besetzt werden, gewissermaßen die Erinnerungsbilder in der Reihenfolge, wie die Wahrnehmungen zuströmen, von einem centralen Punkte aus in immer größerm Umkreise deponirt werden. In der Fühlsphäre sind die Gefühlsvorstellungen, welche den Gesichtsvorstellungen der Sehsphäre, den Gehörsvorstellungen der Hörsphäre entsprechen, mehrfacher Art: Berührungs- oder Druckvorstellungen, welche aus den Hautgefühlen, Lagevorstellungen, welche aus den Haut- und den Muskelgefühlen, Tast- und Bewegungsvorstellungen, welche aus den Haut-, den Muskel- und den Innervationsgefühlen hervorgehen. In jeder Region entstehen hier die Gefühlsvorstellungen und haben die Erinnerungsbilder der Gefühle ihren Sitz für denjenigen Körperteil, welchem die Region zugehört. Ist eine kleine Partie der Region entfernt, so hat das Tier die Tastvorstellungen verloren und auch die Bewegungsvorstellungen, so dass die willkürliche Bewegung des Körperteils aufgehoben ist, die ihre Ursache in jenen Bewegungsvorstellungen hat; Tast- und Bewegungsvorstellungen stellen sich dann aber mit der Zeit wieder ein. Ist eine größere Partie der Region abgetragen, so hat das Tier mit den Tast- und den Bewegungsvorstellungen auch die Lagevorstellungen eingebüßt, und wol die letzteren Vorstellungen stellen sich allmählich wieder her, nicht aber die Tast- und die Bewegungsvorstellungen. Nach noch größerer Abtragung sind auch die Lagevorstellungen für die Dauer vernichtet. Den bleibenden Verlust der Druckvorstellungen zu erzielen, bedarf es der Entfernung der ganzen Region; diese Druckvorstellungen entstehen, die Erinnerungsbilder der Druckgefühle haben ihren Sitz in der ganzen Ausdehnung der Region.

Endlich, wie mit dem Gedächtniss, verhält es sich mit der Intelligenz. So althergebracht auch der Glaube an die hohe Bedeutung der Stirnlappen ist, so haben doch diese Lappen nichts besonderes mit der Intelligenz zu schaffen, sie sind Regionen der Fühlsphäre. Die Intelligenz hat überall in der Großhirnrinde ihren Sitz; denn sie ist der Inbegriff und die Resultirende aller aus den Sinneswahrnehmungen stammenden Vorstellungen, der vorbehandelten Sinnesvorstellungen und der aus diesen weiter entwickelten complicirteren Vorstellungen. Wo auch immer die Großhirnrinde in einiger Ausdehnung lädirt ist, regelmäßig findet sich die Intelligenz geschädigt, und zwar durch den Ausfall solcher einfacher und verwickelter Vorstellungen, welche die Sinneswahrnehmung der betroffenen Rindenpartie zur Grundlage haben. Ist genug Rindensubstanz übrig geblieben, welche von neuem der Sitz der verlornen Vorstellungen werden kann, so ist eine Restitution möglich; andernfalls bleibt die Schädigung der Intelligenz unverändert für die Dauer bestehen. Hat die Läsion der Großhirn-

rinde eine beträchtliche Ausdehnung, oder combiniren sich kleinere Rindenläsionen in größerer Anzahl, so ist der Kreis der vorhandenen Vorstellungen dermaßen eingeengt und die Bildung neuer Vorstellungen derart verhindert, dass das Tier schon der groben Betrachtung als abnorm geistig beschränkt, als blödsinnig sich darstellt.

Alles dies ist allerdings durch die Versuche am Hund und am Affen ermittelt worden; aber gerade weil die Ermittlungen zunächst bloß auf die groben Funktionen der Großhirnrinde sich erstreckt haben, ist es nicht zu bezweifeln, dass dieselben auch für den Menschen Geltung haben. Schon haben pathologische Erfahrungen in diesem und jenem Punkte Bestätigungen geliefert; und der ausreichende Nachweis wird bald geführt sein, wenn nur die seltenen Krankheitsfälle, welche den Versuch zu ersetzen vermögen, in die Hände tüchtiger Aerzte gelangen. Das ist aber um so mehr zu wünschen, als bei der Schwierigkeit, die es hat, von den Tieren sichern Aufschluss über ihre Vorstellungen zu gewinnen, das tiefere Eindringen in das Gebiet überhaupt in wesentlichen Stücken der Pathologie wird vorbehalten bleiben.

Für das Verständniss der fortschreitenden Entwicklung des Säugetierhirns, nicht minder für die vergleichende Betrachtung der Hirne der Menschen ist mit dem neuen physiologischen Erwerb eine neue und breitere Grundlage geschaffen. Um so gesicherter ist diese Grundlage, als der Versuch am Tiere und die Beobachtung am Menschen bereits übereinstimmend dargetan haben, dass, wo ein Sinnesorgan oder ein Körperteil von Jugend auf gefehlt oder lange nicht funktionirt hat, auch der zugehörige Großhirnabschnitt in der Ausbildung zurückgeblieben oder verkümmert ist. Wüsste man es nicht, man könnte es jetzt z. B. aus der Form des hintern Endes des Grosshirns beim Igel, beim Maulwurf, bei der Fledermaus erschließen, dass diese Tiere nur mit einem sehr unvollkommnen Gesichtssinn ausgestattet sind. Selbst da noch, wo bloß die knöcherne Hülle des Hirns erhalten geblieben ist, wird, freilich in engern Grenzen, ein Urteil möglich sein. Nicht bloß die Schädelhöhle wird Anhaltspunkte bieten können, sondern auch die äußere Form des Schädels; denn bei Tieren, welchen kurz nach der Geburt Sinnesorgane zerstört waren, haben sich am Schädel Deformitäten ergeben, welche den in der Ausbildung zurückgebliebenen Hirnpartieen entsprachen.

H. Munk, Ueber die Hörsphäre der Grosshirnrinde.

Monatsber. d. Kön. Akad. d. W. zu Berlin. Mai 1881.

Die im vorstehenden Artikel in Kürze referirten Untersuchungen Munk's erhalten in Bezug auf die Hörsphäre eine wesent-

liche Ergänzung und Erweiterung durch die vorliegenden neuen Studien. Es wurde damals schon festgestellt, dass es eine Hörsphäre gibt in dem Sinne wie eine Sehsphäre, Fühlsphäre, Riechsphäre u. s. w. existirt. Dieselbe wurde im Schläfenlappen des Hundes nachgewiesen. Es gelang ferner schon damals im Innern der Hörsphäre eine circumscripte Rindenpartie zu erkennen, deren Zerstörung das Tier zwar nicht rindentaub, aber seelentaub machte. Ich erinnere daran, dass Munk sowol für den Gesichtssinn als für den Gehörsinn zweierlei Störungen unterscheidet, welche durch die Ausschaltung von Rindenteilen erzeugt werden können; erstens Rindenblindheit bezw. Rindentaubheit, dadurch charakterisirt, dass die betreffenden Sinneseindrücke überhaupt nicht zum Bewusstsein gelangen; zweitens Seelenblindheit bezügl. Seelentaubheit, bei deren Vorhandensein zwar die Eindrücke zum Bewusstsein gelangen aber wegen gänzlichen Mangels des auf diese Eindrücke bezüglichen Gedächtnisses nicht verstanden werden. Doch können die Gedächtnissbilder neu gesammelt und so das Tier dem normalen Zustande wieder zugeführt werden. Die Rindenstelle deren Zerstörung bloß Seelenblindheit nicht Rindenblindheit erzeugt (A_1) liegt ungefähr in der Mitte der Sehsphäre, ähnlich liegt die Stelle (B_1), deren Zerstörung mit Seelentaubheit verbunden ist, in der Mitte der Hörsphäre. (Vgl. die Figuren S. 335 u. 336.)

Bei der großen Schwierigkeit, die es hat, an einem Hunde beide Hörsphären zu exstirpiren und ihn dann noch dauernd am Leben zu erhalten, war Munk von seinen zuerst publicirten Versuchen nicht zufrieden gestellt. Er unternahm neue, und es gelang nun in der Tat die beiderseitige vollständige Exstirpation der Hörsphäre. Es ist dies deshalb von Wichtigkeit, weil es gerade im Gebiet des Gehörsinns nicht gut möglich ist, zu unterscheiden, welche Eindrücke durch das eine, welche durch das andere Ohr vermittelt werden.

Ein Hund, an welchem die Operation beiderseits gelungen ist, treibt sich mit den andern Hunden umher und zeigt keinerlei motorische Abnormitäten; Sehen, Riechen, Schmecken, Fühlen sind ebenfalls vollkommen normal, aber das Tier ist auf beiden Ohren vollkommen taub. Man kann das Tamtam schlagen, ohne dass es im Geringsten darauf reagirt. Dabei ist es auffallend, dass der Hund, wie Munk erzählt, nicht mehr die Ohren spitzt, wenn er etwas Besonderes sieht, wie das ja normale Hunde zu tun pflegen. Auch wird er, eine analoge Erscheinung, stumm. Er hört allmählich auf zu bellen — er gewöhnt es sich gleichsam ab — offenbar weil er keinen unmittelbaren Eindruck des Effekts seiner Anstrengungen mehr erhält.

Was die Ausdehnung der gesammten Hörsphäre betrifft, so umfasst sie am Hundehirn beiderseits die drei hintern Windungen des Schläfenlappens — die vorderste an die *Fossa Sylvii* gränzende Windung derselben ist also nicht mit einbegriffen — und reicht nach aufwärts etwa so weit wie man gewöhnlich den Schläfenlappen rech-

net, d. h. bis etwas über die Höhe in welcher das obere Ende der *Fossa Sylvii* liegt.

Nach Feststellung dieser Tatsachen stellte sich Verf. weiter die Fragen: steht eine Hörsphäre ausschließlich oder nur teilweise mit dem Gehörnerv der gekreuzten Seite in Verbindung? ferner: lassen sich in einer Hörsphäre noch funktionell differente Gebiete unterscheiden?

Die erste Frage wurde dadurch beantwortet, dass Hunden eine Hörsphäre und die Gehörsschnecke derselben Seite zerstört wird. Der Hund war vollkommen taub. Es ist dies nur möglich, wenn jede Hörsphäre einzig mit dem gekreuzten Gehörorgan in Beziehung steht. Es verhält sich also die Hörsphäre anders wie die Sehsphäre, da wie Verf. früher gezeigt hat, ein Teil der Netzhautfasern in der Sehsphäre derselben Seite seine Endigung findet.

Die Beantwortung der zweiten Frage stieß auf große Schwierigkeiten. Doch wurden dieselben soweit überwunden, dass festgestellt werden konnte: die vordern Abschnitte der Hörsphäre dienen zur Wahrnehmung hoher Töne, die hintern Abschnitte derselben zur Wahrnehmung tiefer Töne, die mittlern Töne sind zwischen und unterhalb dieser beiden Stellen lokalisirt, so dass, wenn man die einzelnen Lokalitäten miteinander verbindet, ein nach abwärts convexer Bogen entsteht, der das untere Ende der *Fissura postsylvia* (R. Owen) umfasst, und in dem von vorne nach hinten die Wahrnehmung der Töne von abnehmender Höhe lokalisirt ist.

Sigm. Exner (Wien).

Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper.

Von

Dr. Schmidt-Mülheim (Proskau).

II. Die Abzugsbahnen des Peptons aus der Darmhöhle.

Die Streitfrage, welche Abzugsbahnen die Nährstoffe bei ihrem Eintritt in den Organismus wählen, beginnt mit der Entdeckung des Lymphgefäßsystems durch Aselli, Rudbeck und Pecquet. Verstand es sich bis dahin von selbst, dass den Darmvenen allein die Arbeit zufiel, so eröffnete sich mit dem Nachweis der Chylusgefäße eine neue Bahn, welche die gesammte oder mindestens einen Teil der Resorption übernehmen konnte.

Auf Grund der Beobachtung Aselli's, dass die Chylusgefäße der Hunde zur Zeit der Verdauung eine rahmartige Flüssigkeit beherbergen, welche fastenden Tieren völlig fehlt, betrachtete man schon lange die Chylusbahnen als die einzigen Straßen für den Transport der Nähr-

stoffe in den Organismus, als man auch noch auf anderm Wege die hohe Bedeutung dieser Gefäße für die Resorption nachzuweisen suchte. Lower, Duverney, Astley Cooper u. A. durchschnitten oder unterbanden nämlich den *Ductus thoracicus*. Der Umstand, dass der Operation fast regelmäßig der Tod folgte, ließ in Verbindung mit den Beobachtungen, nach denen in Fällen mit günstigerm Verlauf der Ductus Aeste abschickte, welche noch eine freie Communikation mit der Blutbahn gestatteten, die Anschauung entstehen, dass die Absperrung des Chylus von der Blutbahn deshalb tötlich werde, weil nur die Chylusgefäße im Stande seien, dem Organismus die zu seinem Bestande erforderlichen Nährstoffe zuzuführen. Unhaltbar wird aber diese Anschauung sogleich, wenn man nur die Zeit berücksichtigt, welche von der Vollendung der Operation bis zum Eintritt des Todes verstrich. Denn mit Ausnahme von zwei Versuchstieren Colin's, welche den Eingriff 20 und 25 Tage überlebten, starben die übrigen Hunde ausnahmslos am zweiten bis zwölften Tag nach der Operation. Dieser Zeitraum aber ist durchaus ungenügend, um einen Hund auch bei vollständigster Entziehung der Nahrung dem Hungertode entgegenzuführen.

Diese Experimente können deshalb zu keiner Entscheidung der Frage dienen, welche Bahnen die Nährstoffe bei ihrer Resorption einschlagen, und genau dasselbe gilt auch für Versuche von Martin, Lister, Haller u. A. Diese glaubten nämlich den direkten Uebergang färbender Substanzen vom Darme aus in die Chylusgefäße beobachtet zu haben und schlossen hieraus auf eine Abfuhr der Nährstoffe mittels der Chylusgefäße. Spätere Beobachter, Hallé, Magendie, vorzüglich aber Tiedemann und Gmelin, haben ausnahmslos andere Resultate erhalten, und es kann wol kaum noch zweifelhaft sein, dass die Erstgenannten den Inhalt der Chylusgefäße erst besichtigten, nachdem so viel Zeit verstrichen war, dass die zuerst in die Blutbahn gelangten Farbstoffe in der Lymphe wieder erscheinen konnten.

Als die Fortschritte der physiologischen Chemie eine vergleichende Analyse von Chylus, Lymphe und Blut ermöglichten, da suchte man die Resultate derartiger Untersuchungen einer Beantwortung unserer Frage dienstbar zu machen. Schloss man zunächst aus der bloßen Anwesenheit von Eiweißkörpern innerhalb der Chylusgefäße auf eine direkte Wanderung dorthin vom Darm her, so war dieses nur so lange berechtigt, bis der Nachweis geliefert worden, dass sich die Lymphgefäße des Darms in dieser Hinsicht nicht anders verhalten wie die aller übrigen Körperteile, welche stets einen stark eiweißhaltigen Inhalt beherbergen. Von Bedeutung war hier namentlich der Nachweis Lesser's, dass selbst bei vollkommener Nüchternheit des Tiers aus den Darmwandungen ein gleicher Lymphstrom hervorgehen kann wie während der Verdauung. Auch die Beobachtung Brücke's, dass

einige Zeit nach dem Tode säugender Tiere geronnenes Eiweiß in den Chylusgefäßen anzutreffen ist, spricht nicht zu Gunsten einer Abfuhr der Eiweißkörper mittelst der Chylusbahnen. Denn für die Annahme Brücke's, dass es sich hier um resorbirtes Caseïn gehandelt habe, welches unter dem Einfluss einer postmortalen Säurebildung zur Ausscheidung gelangt sei, sind nicht allein die zu einer strengen Beweisführung gehörenden Erfordernisse nicht erfüllt, sondern es wird diese Annahme sogar erschüttert durch die weitern Mitteilungen desselben Autors, dass die Gerinnsel auch dann anzutreffen seien, wenn gar keine Milch genossen wurde. Gleich wenig befriedigend sind die Schlüsse, die man aus den bisherigen Untersuchungen des Bluts der *Vena portae* gezogen hat. Keine Ausnahme hievon bilden die neuesten Versuche dieser Art von Drosdoff. Ohne den Nachweis geliefert zu haben, dass der Körper die Chylusbahnen nicht zu passiren im Stande war, also nicht indirekt den Blutstrom erreichen konnte, hat man einzig und allein aus der Anwesenheit von Pepton im Blute der Pfortader auf einen Uebertritt des Peptons in die Wurzeln dieses Gefäßes geschlossen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die Frage nach den Abzugswegen des Eiweißes noch durchaus offen war, und dass es namentlich an streng durchgeführten quantitativen Bestimmungen fehlte, wie sie Zawilski und von Mering für die durch die Chylusgefäße abgeführte Fett- und Zuckernahrung versucht haben, als ich auf Anregung des Herrn Geheimrat C. Ludwig den Versuch unternahm, die einer exakten Beantwortung der Frage entgegenstehenden Schwierigkeiten zu beseitigen.

Die einschlägigen Untersuchungen zerfallen in zwei Gruppen: die erste Gruppe beschäftigt sich mit dem Umfang der Eiweißabfuhr und des Eiweißumsatzes nach der Absperrung des Chylus von der Blutbahn, also unter Verhältnissen, unter denen allein die Blutbahnen als Abzugswege in Betracht kommen konnten; der andern Gruppe gehören Versuche an, in denen durch vergleichende Peptonbestimmung in Chylus und Blut zur Zeit der Eiweißverdauung über die Resorptionsbahnen des Peptons Aufschluss zu erhalten gesucht wird.

Die Versuche der ersten Art gingen von folgender Ueberlegung aus: die Stickstoffausscheidung durch den Harn, welche uns bekanntlich einen Maßstab für den Eiweißumsatz im Organismus gewährt, ist bei Hunden, die kurze Zeit gehungert haben, sehr gering und besitzt für vierundzwanzigstündige Perioden einen annähernd constanten Wert. Reicht man unter diesen Verhältnissen einem Hunde Eiweißnahrung, so steigert sich der Eiweißzerfall in einem solchen Grade, dass der allergrößte Teil des verabreichten Eiweißes innerhalb 24 Stunden in Gestalt stickstoffhaltiger Harnbestandteile zur Ausscheidung gelangt. Kommt nun dieses Verhalten bei Tieren, deren Chylusstrom sich nicht mehr in das Blut ergießen kann, in Wegfall, so ist die hohe Bedeu-

tung der Chylusbahnen für die Eiweißabfuhr direkt nachgewiesen; ist aber das Umgekehrte der Fall, so spricht dieser Befund dafür, dass auch die Blutbahnen verdautes Eiweiß aus der Darmhöhle aufzunehmen vermögen.

Ehe nun den Versuchen dieser Art näher getreten werden konnte, mussten eigene Anschauungen über die Einwirkung der zur Absperrung des Lymphstroms notwendigen operativen Eingriffe auf das Befinden der Versuchstiere gewonnen werden.

Die Operation, durch welche der Abfluss des Chylus aufgehoben werden sollte, gestaltete sich in Folge der ungemein häufigen Anomalien im Einmündungsgebiet der Lymphgefäße umfangreicher, als vorherzusehen war. Dennoch hatte eine sorgfältig ausgeführte Operation bei antiseptischer Behandlung der Wunde keine nennenswerten Störungen im Allgemeinbefinden der Tiere im Gefolge. Wie lange diese nach der Ausschaltung des Chylus noch zu leben vermögen, ist mir unbekannt geblieben, da sie bereits kurze Zeit nach der Operation getötet wurden.

Bei der Autopsie zeigten sich regelmäßig umfangreiche Lymphstauungen. Schon bald nach der Unterbindung des Milchbrustganges und ev. auch seiner Verzweigungen werden die großen Lymphstämme, besonders der *Ductus thoracicus* und das *Receptaculum chyli* durch die nachrückende Flüssigkeit bedeutend ausgedehnt. Sie schwellen zu dicken Strängen an, die beim Anstechen das Hervorquellen eines mächtigen Chylusstroms bewirken. Auch die in die Cisterne einmündenden Gefäße werden von dieser prallen Füllung betroffen. Diese Stauungen führten zu Infiltrationen des perivasculären Bindegewebes. Von einer derartigen Infiltration wird zunächst das um die größten Gefäßstämme gelegene Gewebe betroffen, ganz besonders gilt dies für die Cisterne und den *Ductus thoracicus*. Von der Cisterne aus kann alsdann der infiltrirte Chylus dieselbe Wanderung anstellen, welche der Chirurgie von dem Eiter retroperitonealer Abscesse bekannt ist, und man trifft alsdann den Milchsaft in der Umgebung des Rectums und Afters, unter der Haut der Hinterschenkel und in dem Bindegewebe zwischen den Bauchmuskeln an.

War der Inhalt der Chylusgefäße fettfrei und durchsichtig, so besaß das Bindegewebe den gewöhnlichen ödematösen Habitus, war hingegen der Chylus fetthaltig und milchig, so zeigte das Bindegewebe eine milchige Infiltration. Bei großem Fettgehalt des Chylus erschien das Bindegewebe weiß wie Rahm.

Manometrische Messungen des Lymphdrucks wurden nicht vorgenommen; doch scheint es, als wenn schon ganz geringe Druckwerte zur Erzeugung der Chylusextravasate genügten, denn sie fanden sich selbst dann vor, wenn ein beim Hunde äußerst häufig vorkommender Ast des *Ductus thoracicus*, der ein umfangreiches Abfließen des Chylus in das Venengebiet der rechten Seite gestattet, nicht unterbunden war.

Astley Cooper, der nach der Unterbindung des Milchbrustgangs gleichfalls Chylusergüsse beobachtet hat, lässt selbige durch eine Berstung der Lymphcisterne zu Stande kommen. Er untersuchte nun, welche Kraft erforderlich sei, um die Cisterne zum Platzen zu bringen und fand, dass sie dem ganz enormen Druck einer zwei Fuss hohen Quecksilbersäule erfolgreichen Widerstand zu leisten vermag. Es muss befremden, dass Cooper selbst dann noch an seiner Ansicht festhielt, als er sich davon überzeugte, dass es gar nicht notwendig ist den Ductus zu unterbinden, um die beschriebenen Veränderungen des Bindegewebes hervorzurufen, dass diese vielmehr dann schon anzutreffen sind, wenn man mit Milch gefütterten Tieren nur wenige Minuten den Milchbrustgang mit dem Finger comprimirt. Aus Cooper's Versuchen geht nicht hervor, auf welche Weise er sich von dem Vorhandensein einer Ruptur der Cisterne überzeugt hat. Dieses lässt sich wol am besten mittels behutsamer Injektion farbiger Massen in das Receptaculum erzielen. Dringen die Massen von hier aus mit Leichtigkeit in das perivasculäre Gewebe, so wird eine Zerreißung vorgelegen haben; bleiben sie aber selbst bei stundenlangem Verweilen unter hohem Druck innerhalb der Cisterne, so wird man nicht gut von einer Ruptur dieser reden können. So gerne ich nun auch zugeben will, dass es auf den ersten Blick den Anschein hat, als seien die Chylusergüsse durch Berstung hervorgerufen, so ist es mir dennoch in zahlreichen Fällen nur ein einziges Mal gelungen, eine diffuse Verbreitung von Berlinerblau in dem um die Cisterne gelegenen Bindegewebe nachzuweisen. Ich muss aber ausdrücklich betonen, dass diese Zerreissung aller Wahrscheinlichkeit nach erst beim Freilegen der Cisterne mittels der Präparirnadeln zu Stande kam. In allen andern Fällen ließ sich selbst bei mehrstündigem Verweilen von Berlinerblau in der Cisterne unter einem Druck von 40—50 mm. Quecksilber nie auch nur eine Spur der Injektionsmasse außerhalb des Lymphbehälters antreffen.

Kurz sei noch bemerkt, dass sich in Folge der Lymphstauungen sowol in der Bauch- als auch in der Brusthöhle ein mehr oder weniger großes Quantum von Chylus anzusammeln pflegt, der an der Luft zu einem Kuchen von ziemlich erheblicher Consistenz gerinnt, dass die Lymphdrüsen anschwellen und das Pankreas und die Mesenterialdrüsen zuweilen völlig von infiltrirtem Bindegewebe verdeckt sind.

Als sich nun weiterhin zeigte, dass die Ausschaltung des Chylus ohne jeden nachweisbaren Einfluss auf die Harnstoffausscheidung der Versuchstiere blieb, da ergab sich folgender Versuchsplan.

Jedem der Hunde, welche zur Untersuchung verwendet werden sollten, wurde so lange das Futter entzogen, bis die Harnstoffausscheidung einen constanten minimalen Wert angenommen hatte. Alsdann wurden die Einmündungen des Chylusstroms in die Blutbahn unterbunden und das Tier nunmehr mit einer Nahrung von genau er-

mittelem Eiweißgehalt gefüttert. Nach einer zur Verdauung des Versuchsfutters für genügend erachteten Frist wurden die Tiere getötet und nunmehr der Inhalt des Digestionsapparats sorgfältig aufgesammelt. In letzterm wurde der Stickstoffgehalt ermittelt, so dass man durch den Abzug dieses von demjenigen des Versuchsfutters die Menge des resorbirten Eiweißes feststellen konnte. Da auch der nach der Fütterung gebildete Harnstoff bestimmt wurde, so ließ sich leicht ermitteln, in welchem Umfang sich dieser durch das resorbirte Eiweiß vermehrt hatte.

Für brauchbar wurden hierbei nur diejenigen Versuche gehalten, bei denen sich durch eine behutsame Injektion der Lymphbahnen der strenge Nachweis führen ließ, dass der völlige Verschluss der Chyluswege untadelhaft gelungen war.

Uebrigens erhielten die Tiere einige Zeit vor Anstellung der Versuche ein kleines Quantum frischer Kalbsknochen, wodurch im Darmkanal ein scharf begrenzter weißer Kothring entsteht, der die Rückstände vom Versuchsfutter von älteren im Verdauungsapparate befindlichen Massen scharf zu trennen vermag.

Bei reiner Fibrin- und Caseïnnahrung enthielt der Magen 24 Stunden nach der Operation und der Aufnahme des Futters meistens nicht unbeträchtliche Rückstände; bei Fleischfütterung waren indessen um diese Zeit im Magen und im Dünndarm fast regelmäßig nur geringe Mengen Schleim anzutreffen. Zum Zwecke einer Analyse des Magendarminhalts wurde dieser mittelst eines Platinspatels sorgfältig von der Schleimhaut abgehoben, letztere außerdem noch mit der Spritzflasche abgespült und das Ganze auf dem Wasserbade eingedampft. Zur Vorbereitung für die Stickstoffbestimmung wurde der so gewonnene feste Rückstand fein pulverisirt, bei 100° getrocknet und gewogen. Die Stickstoffbestimmungen geschahen nach dem von Dumas angegebenen Verfahren.

Zum Zweck des Aufsammelns und der Abgrenzung der täglichen Harnmengen waren die Tiere darauf abgerichtet, ihren Harn regelmäßig alle 24 Stunden in eine untergehaltene Schale zu entleeren. Da außerdem die Hunde während der ganzen Versuchsdauer in einem Käfig weilten, der mit Eisendrahtboden und einem unter diesem befindlichen sorgfältig glasirten Thonuntersatz von trichterförmiger Gestalt versehen war, so konnte für ein genaues Gewinnen des Harns die möglichste Sicherheit erlangt werden. Die Bestimmungen des Stickstoffs im Harn erfolgten nach der Methode Seegen-Nowack.

Viele in der beschriebenen Weise angestellte Versuche haben nun die überaus wichtige Tatsache festgestellt, dass nach der völligen Absperrung des Chylus von der Blutbahn die Resorption der Eiweißnahrung wie bei offenen Chyluswegen stattfindet und dass hier, genau wie unter normalen Verhältnissen, ein der resorbirten Nahrung entsprechendes Quantum Stickstoff durch den Harn zur Ausscheidung gelangt.

In einem Falle hatte ein Hund nach vollständigster Absperrung des Chylusstroms von der Blutbahn innerhalb 48 Stunden noch 583,24 Grm. in einem andern Falle gar 645 Grm. Fleisch verdaut und resorbirt. Stets fand sich dabei im Harn eine dem aufgesaugten Fleischquantum entsprechende Menge Stickstoff.

Auf dem betretenen Weg war natürlich gar nichts über die chemische Natur der resorbirten Stoffe zu ermitteln und dieser Mangel musste um so schwerer ins Gewicht fallen, als Kühne gezeigt hat, dass der Bauchspeichel ein Ferment enthält, welches einen erheblichen Teil der Eiweißnahrung in krystallinische Zersetzungsprodukte überzuführen vermag. Verbindet man die Resultate der eben beschriebenen Experimente mit denen meiner Versuche über die Verdauung der Eiweißkörper, so ist allerdings kaum daran zu zweifeln, dass die Blutgefäße zur Abfuhr von unzersetztem Eiweiß geeignet sind. Zum strengern Beweis hiefür bedurfte es jedoch besonderer Versuche.

Da ich gezeigt hatte, dass die Verdauung des Fleisches innerhalb des Digestionsapparats unter normalen Verhältnissen kaum über die Peptonbildung hinausgeht und dass die Hauptmasse der in Lösung befindlichen Körper sowol im Magen als im Darmkanal aus Pepton besteht, so war die Hauptaufmerksamkeit auf diesen Körper zu richten und von der größten Bedeutung musste es werden, sollte es gelingen, quantitativen Aufschluss über das Vorkommen desselben im Chylus und Blut zu erhalten.

Sollten durch den Nachweis von Pepton die Bahnen, auf denen das Eiweiß in den Säftestrom tritt, direkt bestimmt werden, so schien es geboten, zunächst das Blut normaler Tiere auf seinen Peptongehalt zu untersuchen.

Bereits mehrere Beobachter haben im Blute Pepton angetroffen. Von seinem regelmäßigen Vorkommen konnte ich mich aber nur dann überzeugen, wenn das Blut Hunden entnommen war, die sich in der lebhaftesten Eiweißverdauung befanden, und auch hier nur dann, wenn bereits einige Stunden seit der Futteraufnahme verstrichen waren. Da wir nun nicht wissen, dass das im Blut circulirende Pepton anderswo als in der Darmhöhle gebildet wird, wir aber davon unterrichtet sind, dass die Eiweißnahrung schon bald nach ihrer Resorption entweder in Form von Harnstoff und andern Zersetzungsprodukten den Organismus verlässt oder zu „Organeiweiß“ wird, so war mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es gelingen werde, durch kurzes Fasten das Blut peptonfrei zu machen. Die hierauf ausgehenden Beobachtungen bewiesen in der Tat, dass das Blut nüchterner Tiere kein Pepton enthält.

Hatte sich aber ergeben, dass dem Blut nüchterner Tiere eine scharf charakterisirte eiweißartige Substanz fehlt, die bei gefütterten Tieren angetroffen wird, so musste es nunmehr von hoher Bedeutung sein, zu erfahren, ob ein Tier mit peptonfreiem Blut nach der Ab-

sperrung des Chylus von der Blutbahn noch Pepton aus der Darmhöhle abzuführen vermag.

Zu dem Ende ließ man Hunde kurze Zeit fasten und reichte ihnen dann eine eiweißreiche Nahrung. War diese verzehrt, so wurde sofort zur Absperrung des Chylus von der Blutbahn geschritten und einige Stunden nachher eine Blutprobe entnommen. Das so gewonnene Blut wurde auf Pepton untersucht. In zwei nach dieser Richtung hin angestellten Versuchen fand sich Pepton im Blute vor, weshalb es wol als bewiesen angesehen werden darf, dass die Blutgefäße Pepton aus dem Darminhalt wegzuleiten im Stande sind. In den erwähnten Versuchen enthielt das Blutserum in dem einen Fall 0,017, in dem andern 0,028 % Pepton.

Damit, dass unter den beschriebenen Verhältnissen Pepton vom Verdauungsapparat aus in die Blutgefäße übertreten kann, ist nun keineswegs ausgesagt, dass es unter physiologischen Verhältnissen ausschließlich diesen Weg einschlägt; im Gegenteil, man musste es für möglich, ja für wahrscheinlich halten, dass ein Teil desselben auch in die Chylusbahnen gelange. Und letzteres hauptsächlich darum, weil es in der Literatur nicht an Angaben fehlt, dass sowol Lymphe, wie lymphatische Ergüsse in die Unterleibshöhle peptonhaltig seien. Da nun aller quantitativer Nachweis darüber fehlt, wie sich das Pepton auf Blut und Chylus verteilt, so hielt ich es für geboten, in beiden Flüssigkeiten, welche in der Verdauung begriffenen Tieren möglichst gleichzeitig entnommen waren, vergleichende Peptonbestimmungen vorzunehmen; auch untersuchte ich lymphatische Ergüsse, die sich nach der Unterbindung des *Ductus thoracicus* gefütterter Tiere in deren Bauchhöhle gebildet hatten.

Hier fand ich nun zu meiner großen Ueberraschung ebensowenig in dem aus dem *Ductus thoracicus* ausgeflossenen, wie in der durch Lymphstauung aus der Bauchhöhle gewonnenen Flüssigkeit Pepton vor, obwol die milchweisse Farbe des Chylus (dem Versuchsfutter war ein kleines Quantum Fett beigemengt) den Beweis dafür lieferte, dass er aus einem in lebhafter Resorption begriffenen Darm abfloss.

Die Bedeutung dieses Befunds erhöhte noch der Umstand, dass in dem Blut von Tieren, denen der peptonfreie Chylus entstammte, Pepton enthalten sein konnte. Der Gehalt des Serums an diesem Körper war in einem Fall 0,008 %, in einem zweiten 0,022 %, während ein drittes Serum sich vollkommen peptonfrei zeigte.

Hatte sich aus allen bis jetzt mitgeteilten Versuchen ergeben, dass eine Abfuhr des Peptons mittelst des Chylus nicht nachzuweisen ist, so musste dieses Ergebniss auf eine Untersuchung des Pfortaderinhalts hinweisen. Und das um so mehr, als schon vor Jahren durch Plósz und Gyergyai und neuerlichst durch Drosdoff Pepton im Pfortaderblut nachgewiesen worden. Zu einer Aufnahme derartiger Versuche fühlte ich mich in erster Linie deshalb bewogen, weil ich nach

den von mir gewonnenen Erfahrungen über die Geschwindigkeit der Fleischverdauung erwarten durfte, das Pepton in weit reichlicherer Menge anzutreffen, als es nach ihren freilich nur qualitativen Angaben die erwähnten Beobachter gefunden zu haben scheinen. Außerdem konnte ich zur Gewinnung des Pfortaderbluts von dem höchst zweckmäßigen Verfahren Gebrauch machen, dessen sich v. Mering und Bleile bei ihren Zuckerbestimmungen bedient hatten. Dieses benutzt zum Aderlass aus der Pfortader die Milzvene, durch welche am lebenden Tier ohne jede Störung des Blutlaufs in der Darmwandung ein Katheter bis in die Nähe der Leber vorgeschoben wird. Endlich durfte ich erwarten, mit Hilfe einer von mir zuerst in Anwendung gebrachten colorimetrischen Methode zu einer genauern Bestimmung des quantitativen Verhältnisses zu gelangen, in welchem die Peptonmengen der Pfortader zu denen des Carotidenbluts stehen.

Der Reinheit des Versuchs wegen zog ich es vor, bei diesen Bestimmungen die Tiere mit Pepton zu füttern, und zwar erhielt jeder Hund 30 Grm. In drei Beobachtungen nun, in denen ich 1, $1^1/_2$ und 2 Stunden nach dieser Fütterung gleichzeitig Blut aus der *A. carotis* und *V. portarum* entnommen habe, wurden die gehegten Erwartungen nicht bestätigt, denn einmal waren kaum mehr als innerhalb der Fehlergrenzen ($\pm$ 6 %) die Peptonprocente beider Blutarten von einander verschieden, und die beiden andern Male ließ sich weder im arteriellen, noch im venösen Blut überhaupt eine Peptonreaktion erkennen. In dem ersten Fall zeigte das Pfortaderblut einen Peptongehalt von 0,011, das Carotidenblut einen solchen von 0,008 %.

Die überraschende Erscheinung, dass sich das Pepton nicht regelmäßig im Blut vorfand und dass es hier überhaupt immer nur in sehr geringen Procentsätzen angetroffen wird, hat seinen Grund in Verhältnissen, welche im folgenden Abschnitt dieser Arbeit erörtert werden sollen.

Beiträge zur Histologie des quergestreiften Muskels und der Nervenendigung in demselben.

Vorgelegt in der mathem.-naturwiss. Klasse der ungar. Akademie der Wissensch. vom correspondirenden Mitglied

Prof. Dr. L. v. Thanhoffer (Budapest).

Hauptresultate der Untersuchung.

1) Das Sarkolemm der quergestreiften Muskeln der Käfer hat zwei, durch die Verdauungsmethode isolirbare Membranen.

2) Die Nerven endigen im Muskel mit den bekannten Nervenendplatten, und die Nervenendplatte breitet sich zwischen diesen zwei Membranen des Sarkolemms aus.

3) Bei Käfern teilt sich der Axencylinder des Nerven dichotomisch in der Endplatte, der Nerv selbst breitet sich in der Endplatte netzförmig aus. In den Muskelfasern der Amphibien (Frosch) breitet sich der Nerv ebenfalls endplattenartig aus, jedoch nicht unter Netzbildung, sondern nur in der bekannten dichotomischen Teilungsweise mit den über der Muskelsubstanz liegenden Kernen zusammenhängend; eigentlich stoßen diese Kerne nur an die Axencylinder-Fasern an.

4) Die Sohle der Endplatte ist (wenigstens bei den Muskelfasern der Käfer) von der Muskelsubstanz durch ein membranartiges Gebilde (Nervenmantel) getrennt. Diese Sohlenmembran aber und die aus dieser sich ausbreitende innere kernige Lamelle des Sarkolemms hängt mit den Krause'schen Querlinien (man kann sagen Nervenendplatten) zusammen[1]).

5) Die Querstreifung zerfällt bei durch elektrische Reizung hervorgerufener kräftiger Contraction der Muskelsubstanz in Moleküle; die dennoch sichtbaren feinen Streifungen entstehen durch die Annäherung der Krause'schen Querlinien (Zwischenscheibe) an einander; jedoch scheinen bei sehr kräftigen Contractionen auch diese zu verschwinden.

6) Wir können an dem gedehnten Muskel des Käfers alle bis jetzt beschriebenen Querstreifen sehen.

7) Die äußere Hülse des Muskelsarkolemms verwächst mit der äußeren hyalinen Hülse der mit diesem zusammenhängenden Sehne; während bei der Sehne ein in die Muskelsubstanz hineinragendes netzförmiges Kanalsystem sich befindet, welches an den Knotenpunkten zellenförmige kernige Gebilde besitzt und den Saftkanälchen anderer Organe gleicht. Diese laufen eine kleine Strecke in der Muskelsubstanz fort, und hier verlieren sich ihre Aeste in der Kittsubstanz der Muskelprimitivfibrillen. Diese Kanäle können nichts Anderes, als Saftkanälchen sein.

8) Bei zerzupften Goldpräparaten stellte es sich heraus, dass in den Saftkanälchen bei der Insertionsstelle der Sehne an die Käfermuskel sich Bindegewebszellen mit windmühlflügelähnlichen Fortsätzen befinden, und dass deren einzelne Lamellen sich teils zwischen die Sehnenbündel, teils zwischen die Muskelfibrillen hineindrängen.

9) Die Nervenstämme der Muskulatur liegen in einer Höhle (perineuraler Raum), welche aus mehrern, mit Endothelzellen gefütterten Schichten besteht.

10) Isolirte Muskelfasern von *Hydrophilus piceus*, die mit Endplatten zusammenhängen, zeigen, wenn sie in eigenem Safte oder Speichel untersucht werden, bei ihrer Zusammenziehung ein sehr interessantes Bild. Wir sehen nämlich, dass die mit der kernigen Sohlenmembran der Endplatte zusammenhängenden Krause'schen Linien bei der Zusammenziehung der Muskelfasern am dichtesten,

1) Vom Verfasser schon im Jahre 1877 ungarisch publicirt.

zu beiden Seiten aber allmählich weiter von einander stehen; sie nehmen, als würden sie durch irgend eine Kraft gezogen, an der Basis der Endplatte eine convergirende, auf der entgegengesetzten Seite aber eine divergirende Richtung an. Das ist auch ein Argument, welches dafür spricht, dass zwischen der Endplatte und den Krause'schen Linien ein engerer Zusammenhang besteht.

v. Thanhoffer (Budapest).

Richard Maly, Ueber die Dotterpigmente.

Sitzungsber. der Akad. der Wissensch. Wien, II. Abt. Mai 1881. 18 S.

Chevreul und Gobley gaben im Eidotter einen roten und einen gelben Farbstoff an, ohne dieselben genauer zu charakterisiren. Die neueren Autoren nahmen nur ein Pigment an, dessen Verhalten von Staedeler und Holm eingehender untersucht wurde. Thudichum, welcher dasselbe Luteïn benannte, studirte seine optischen Eigenschaften und identificirte dasselbe mit dem Farbstoff der *Corpora lutea*, des Blutserums, des Fettgewebes, der Milch sowie verschiedener Pflanzenteile. Capranica fand das Luteïn in den gelben Oelkugeln der Retina. Von Bilirubin wurde dasselbe außer durch sein Spektrum (ein Absorptionsstreif auf F, ein zweiter mitten zwischen F und G) durch folgende Merkmale unterschieden: 1) es wird durch Alkalien der Chloroformlösung nicht entzogen, 2) durch rauchende Salpetersäure erst gebläut, dann entfärbt, 3) durch concentrirte Schwefelsäure grün oder blau gefärbt. Maly untersuchte die farbstoffreichen roten Eier von Seespinnen (*Maja Squinado*), welche wegen ihres geringen Fettgehalts ein geeignetes Material darstellen. Er wies darin neben dem gelben (Vitelloluteïn) ein rotes Pigment (Vitellorubin) nach. Das Vitellorubin ist unlöslich in Petroleumäther, wird durch Tierkohle den Lösungen entzogen, gibt mit Alkalien in Alkohol unlösliche Verbindungen und zeigt ein breites Absorptionsband, F bedeckend. Das Vitelloluteïn ist löslich in Petroleumäther, gibt mit Alkalien keine Verbindungen und zeigt die beiden oben erwähnten Absorptionsstreifen. Zur Darstellung der Pigmente (siehe Original) wird ihre große Resistenz gegen Alkalien benutzt. Jedes der beiden Pigmente, deutlicher das Vitellorubin, zeigt obige Farbenreaktionen, beide sind frei von Eisen und merkwürdiger Weise auch frei von Stickstoff, was einen nähern Zusammenhang mit dem Blutrot ausschließt, wie auch das reichliche Vorkommen in den Eiern Wirbelloser, welche kein Hämoglobin besitzen, gegen diesen Zusammenhang spricht. Krystallinisch wurden die Pigmente nicht erhalten, weshalb M. ihre Identität mit

dem Farbstoff der *Corpora lutea*, welchen Piccolo und Lieben als Hämoluteïn bezeichneten, für zweifelhaft hält. Die Pigmente bleichen unter Einfluss von Licht und Luft.

E. Herter (Berlin).

Jahresbericht über die Fortschritte der Tier-Chemie redigirt und herausgegeben von Prof. Dr. R. Maly (Graz).

Wiesbaden, J. F. Bergmann. Bd. X. (1881) 506 S.

Mit dem soeben ausgegebenen Bande, welcher die einschlägige Literatur des Jahres 1880 enthält, feiert der Jahresbericht für Tierchemie das Fest seines zehnjährigen Bestehens. Er hat während dieses Zeitraums die Unabhängigkeit der biochemischen Forschung begründen helfen und, soviel an ihm ist, gezeigt, dass die Frucht, welche vor bald einem Menschenalter durch Berzelius, Mulder und Liebig gesät wurde, eine üppige Ernte ergab. So wurde in kurzer Frist ein weites Arbeitsfeld eröffnet, dessen Erträge der biologischen Wissenschaft zu gute kommen müssen.

Es war Deutschland fast allein vorbehalten, diese Wissenschaft der Biochemie ins Leben zu rufen oder sie wenigstens zu vertiefen.

In England, Italien und Amerika existirt die physiologische Chemie bisher kaum dem Namen nach; was Frankreich auf diesem Gebiete leistet, lässt bis auf wenige rühmliche Ausnahmen an Strenge zu wünschen übrig. Dieser Zustand dürfte sich allerdings bald genug ändern. Die französische Regierung hat mit der Gründung von Lehrkanzeln für diese neue Disciplin schnell Ernst gemacht und unter der Führung von Männern wie Wurtz und Dumas wird in Frankreich der physiologischen Chemie bald derjenige legale Einfluss auf die botanischen und medicinischen Studien eingeräumt sein, welchen sich die neue Richtung der Physiologie in Deutschland bis heute kaum zu erobern vermochte. Auch in diesem friedlichen Kampfe wird der Jahresbericht ein treuer Bundesgenosse sein, der die Seinen zum Siege führt und dadurch verhindert, dass unser junges Reis verdorre, weil es nicht gepflegt wird.

Th. Weyl (Erlangen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.